

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
11. Januar 2001 (11.01.2001)

PCT

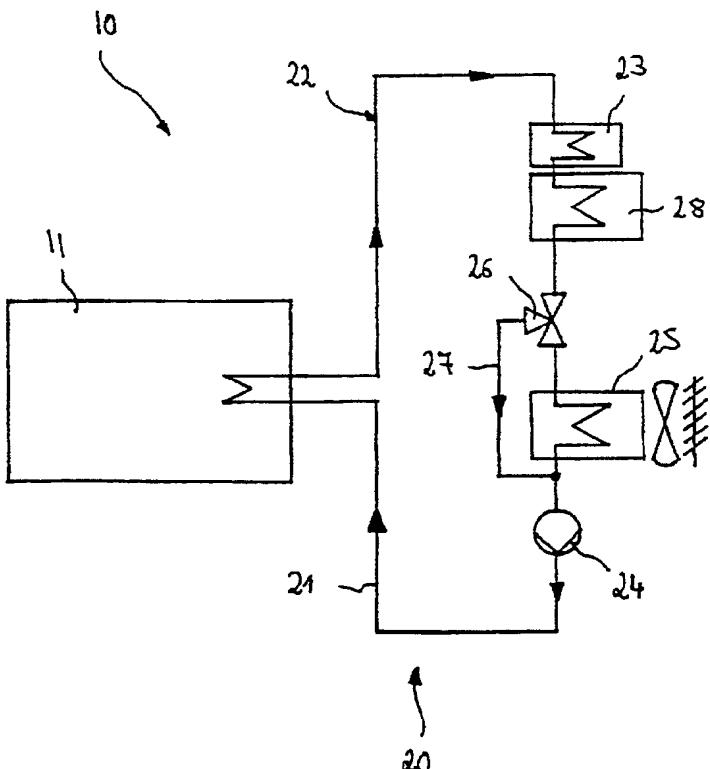
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/03216 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **H01M 8/04**, B60L 11/18
- (71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): ATECS MANESMANN AG [DE/DE]; Mannesmannufer 2, D-40213 Düsseldorf (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/02155
- (72) Erfinder; und
- (22) Internationales Anmeldedatum: 30. Juni 2000 (30.06.2000)
- (75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): SATTLER, Martin [DE/DE]; Elsaweg 10, D-97486 Königsberg (DE). KEUTZ, Markus [DE/DE]; An der Goldkante 1, D-64380 Rossdorf (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: (199 31 062.9 1. Juli 1999 (01.07.1999) DE) (81) Bestimmungsstaaten (*national*): JP, US.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE FOR HEATING/COOLING A FUEL CELL AND FUEL CELL SYSTEM

(54) Bezeichnung: ANORDNUNG ZUM BEHEIZEN/KÜHLEN EINER BRENNSTOFFZELLE UND BRENNSTOFFZELLEN-SYSTEM



(57) Abstract: The invention relates to a fuel cell system (10) that comprises a fuel cell (11) and a device (20) for heating/cooling said fuel cell (11). The device (20) facilitates preheating of the fuel cell (11), especially in the case of an accelerated start of the fuel cell system (10), and bringing the fuel cell to the ideal operating temperature more quickly. To this end, a heating element (23) is provided in a flow duct (21) for a heating/cooling medium and heats said heating/cooling medium. Since the flow duct (21) is linked with the fuel cell (11) in such a manner that a thermal exchange between the fuel cell and the heating/cooling medium in the flow duct (21) can take place, the heat produced by the heating element (23) in the heating/cooling medium can be conveyed to the fuel cell (11). In the steady operation of the fuel cell (11) the heating/cooling medium transported through the flow duct (21) can transfer the lost heat of the fuel cell (11) to a heat sink (25; 28). If the fuel cell is operated in a motor vehicle, the heating element (23), in addition to its use for quickly heating up the fuel cell (11), can be also used as a supplementary heating or auxiliary heating for the motor vehicle.

WO 01/03216 A1

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

**Veröffentlicht:**

- Mit internationalem Recherchenbericht.
- Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen.

---

(57) **Zusammenfassung:** Es wird ein Brennstoffzellensystem (10) mit einer Brennstoffzelle (11) und einer Anordnung (20) zum Beheizen/Kühlen der Brennstoffzelle (11) beschrieben. Über die Anordnung (20) wird es ermöglicht, daß insbesondere bei einem schnellen Start des Brennstoffzellensystems (10) die Brennstoffzelle (11) vorgeheizt und beschleunigt auf die ideale Betriebstemperatur gebracht wird. Dazu ist in einer Strömungsleitung (21) für ein Heiz-/Kühlmedium eine Heizeinrichtung (23) vorgesehen, die das Heiz-/Kühlmedium erwärmt. Da die Strömungsleitung (21) derart mit der Brennstoffzelle (11) verbunden ist, daß ein thermischer Austausch zwischen der Brennstoffzelle und dem Heiz-/Kühlmedium in der Strömungsleitung (21) stattfinden kann, kann die von der Heizeinrichtung (23) im Heiz-/Kühlmedium erzeugte Wärme an die Brennstoffzelle (11) abgegeben werden. Im eingeschwungenen Betrieb der Brennstoffzelle (11) kann durch das in der Strömungsleitung (21) bewegte Heiz-/Kühlmedium die Verlustwärme der Brennstoffzelle (11) an eine Wärmesenke (25; 28) übertragen werden. Neben der Funktion zum schnellen Hochheizen der Brennstoffzelle (11) kann die Heizeinrichtung (23), wenn die Brennstoffzelle (11) in einem Fahrzeug angeordnet ist, gleichzeitig auch als Zusatzheizung oder Standheizung für das Fahrzeug genutzt werden.

5      **Anordnung zum Beheizen/Kühlen einer Brennstoffzelle und  
Brennstoffzellensystem**

Beschreibung

10

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Anordnung zum Beheizen/Kühlen einer Brennstoffzelle. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Brennstoffzellensystem.

15     Brennstoffzellen sind bereits seit langem bekannt und haben insbesondere im Bereich der Automobilindustrie in den letzten Jahren erheblich an Bedeutung gewonnen.

Ähnlich wie Batteriesysteme erzeugen Brennstoffzellen elektrische Energie auf chemischem Wege, wobei die einzelnen Reaktanten kontinuierlich zugeführt und die  
20    Reaktionsprodukte kontinuierlich abgeführt werden. Dabei liegt den Brennstoffzellen das Funktionsprinzip zugrunde, daß sich elektrisch neutrale Moleküle oder Atome miteinander verbinden und dabei Elektronen austauschen. Dieser Vorgang wird als Redoxprozeß bezeichnet. Bei der Brennstoffzelle werden die Oxidations- und Reduktionsprozesse räumlich voneinander getrennt, was beispielsweise über eine  
25    Membran erfolgt. Solche Membranen haben die Eigenschaft, Protonen auszutauschen, Gase jedoch zurückzuhalten. Die bei der Reduktion abgegebenen Elektronen lassen sich als elektrischer Strom durch einen Verbraucher leiten, beispielsweise den Elektromotor eines Automobils.

30     Als gasförmige Reaktionspartner für die Brennstoffzelle werden beispielsweise Wasserstoff als Brennstoff und Sauerstoff als Oxidationsmittel verwendet. Will man die Brennstoffzellen mit einem leicht verfügbaren oder zu speichernden Brennstoff wie Erdgas, Methanol oder dergleichen betreiben, muß man die jeweiligen Kohlenwasserstoffe zunächst in ein wasserstoffreiches Gas umwandeln.

35

Die Brennstoffzellen werden idealerweise in einem engen Temperaturbereich betrieben. Bei Brennstoffzellen mit protonenleitender Polymermembran (PEM-Brennstoffzellen), die bevorzugt in mobilen Anwendungen, beispielsweise in Fahrzeugen, eingesetzt werden, liegt dieser Temperaturbereich etwa zwischen 60° C und 90° C.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung zum Beheizen/Kühlen einer Brennstoffzelle zu schaffen, mit der die Brennstoffzelle möglichst weitgehend im idealen Temperaturbereich betrieben werden kann.

Insbesondere soll eine Anordnung bereitgestellt werden, mit der die Brennstoffzelle, etwa zum Start eines Brennstoffzellensystems, beschleunigt auf die ideale Betriebstemperatur gebracht werden kann. Weiterhin soll ein entsprechend verbessertes Brennstoffzellensystem bereitgestellt werden.

Diese Aufgabe wird gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung gelöst durch eine Anordnung zum Beheizen/Kühlen einer Brennstoffzelle, mit einer Strömungsleitung für ein Heiz-/Kühlmedium, die derart mit der Brennstoffzelle verbunden oder verbindbar ist, daß ein thermischer Austausch zwischen der Brennstoffzelle und dem Heiz-/Kühlmedium in der Strömungsleitung stattfindet oder stattfinden kann, und mit einer Heizeinrichtung, die mit der Brennstoffzelle thermisch verbunden oder verbindbar ist.

Durch die erfindungsgemäße Anordnung kann eine Brennstoffzelle auf einfache Weise sehr schnell auf den idealen Betriebstemperaturbereich erwärmt werden. Regelmäßig entsteht in der Brennstoffzelle während des Betriebs Verlustwärme, wodurch sich die Brennstoffzelle aufheizt. Nach Erreichen der Betriebstemperatur muß daher die in der Brennstoffzelle entstehende überschüssige Verlustwärme abgeführt werden. Die Aufheizphase der Brennstoffzelle bis zum Erreichen der idealen Betriebstemperatur benötigte bisher einen unerwünscht langen Zeitraum, was insbesondere für einen schnellen Start der Brennstoffzelle von Nachteil war. Gemäß einem Grundgedanken der vorliegenden Erfindung erfolgt die Erwärmung der Brennstoffzelle nunmehr zusätzlich über eine gesonderte Heizeinrichtung, die mit der Brennstoffzelle thermisch verbunden oder verbindbar ist. Dabei kann die Heizeinrichtung entweder direkt oder indirekt mit der Brennstoffzelle verbunden sein. Eine indirekte Verbindung kann beispielsweise über die Strömungsleitung für das Heiz-/Kühlmedium der Brennstoffzelle erfolgen. Diese Ausgestaltung wird weiter unten näher beschrieben.

Wenn beispielsweise ein schneller Start – etwa ein Kaltstart - der Brennstoffzelle erforderlich ist, kann die Brennstoffzelle durch die separate Heizeinrichtung vorgeheizt und somit beschleunigt auf die ideale Betriebstemperatur gebracht werden. Damit ist  
5 die Brennstoffzelle bereits nach kürzester Zeit voll einsatzbereit. Dies ist insbesondere beim Betrieb von Brennstoffzellen in Fahrzeugen wünschenswert, da das Fahrzeug normalerweise möglichst direkt nach dem Einsteigen bewegt werden soll. In anderer Ausgestaltung kann es erwünscht sein, die Brennstoffzelle zu einem vorgegebenen Zeitpunkt zu starten, was beispielsweise über eine geeignete Zeitsteuerung –etwa  
10 einen Timer oder dergleichen- erfolgen kann. In diesem Fall kann der Start-Zeitpunkt für die Brennstoffzelle zunächst über die Zeitsteuerung festgelegt werden. Zum eingestellten Zeitpunkt wird dann unter anderem auch die Heizeinrichtung gestartet, so daß diese die Brennstoffzelle vorheizen und auf die ideale Betriebstemperatur bringen kann. Die beiden beschriebenen Beispiele sind rein exemplarischer Natur, so daß die  
15 Erfahrung nicht auf diese beiden Ausführungsformen beschränkt ist.

Erfindungsgemäß ist die Strömungsleitung für das Heiz-/ Kühlmedium derart mit der Brennstoffzelle verbunden oder verbindbar, daß ein thermischer Austausch zwischen der Brennstoffzelle und dem Heiz-/Kühlmedium in der Strömungsleitung stattfindet  
20 oder stattfinden kann. Dazu kann die Brennstoffzelle beispielsweise zumindest bereichsweise von der Strömungsleitung durchsetzt sein. In demjenigen Bereich der Strömungsleitung, der die Brennstoffzelle durchsetzt, kann die Strömungsleitung beispielsweise als Rohrschlange oder dergleichen ausgebildet sein. Die Strömungsleitung wird von dem Heiz-/ Kühlmedium durchströmt, wodurch ein  
25 Wärmeaustausch zwischen dem Heiz-/Kühlmedium und der Brennstoffzelle erfolgt. Insbesondere, wenn das Heiz-/ Kühlmedium zum Kühlen der Brennstoffzelle, das heißt zur Abfuhr der Verlustwärme in der Brennstoffzelle, dient, kann das Heiz-/Kühlmedium, das die Strömungsleitung durchströmt, zunächst noch gekühlt werden. Beim Durchströmen desjenigen Bereichs der Strömungsleitung, der sich in der  
30 Brennstoffzelle befindet, wird die von der Brennstoffzelle erzeugte Verlustwärme an das in der Strömungsleitung befindliche Heiz-/ Kühlmedium abgegeben.

Auf der anderen Seite kann das in der Strömungsleitung befindliche Heiz-/Kühlmedium auch zum Beheizen der Brennstoffzelle herangezogen werden. In diesem Fall wird das Heiz-/Kühlmedium, das die Strömungsleitung durchströmt, vor dem Eintritt in die  
35

Brennstoffzelle erwärmt. Eine solche Ausgestaltungsform der Erfindung wird im weiteren Verlauf der Beschreibung näher beschrieben.

5 Bevorzugte Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Anordnung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Vorzugsweise ist die Heizeinrichtung als Brenner oder elektrisches Heizelement ausgebildet.

10 Wenn die Heizeinrichtung als Brenner, insbesondere als katalytischer Brenner, ausgebildet ist, kann sie beispielsweise aus einem Teilstrom des Brennstoffs der eigentlich für die Brennstoffzelle bestimmt ist, betrieben werden. Wird der Brennstoff der Brennstoffzelle in einer vorgeschalteten Baugruppe aus einem anderen Energieträger erzeugt, wie zum Beispiel Methanol, Benzin, Erdgas, Methan, Kohlegas, Biogas oder einem anderen Kohlenwasserstoff, so kann die Heizeinrichtung auch direkt mit diesen Kohlenwasserstoffen betrieben werden. Es ist auch denkbar, die Heizeinrichtung über den Abgasstrom des Brennstoffs und/oder des Oxidationsmittels der Brennstoffzelle zu betreiben, da in diesen noch brennbare Bestandteile (Kathodenabgas) bzw. Sauerstoff (Anodenabgas) enthalten sind.

15 20 Wenn die Heizeinrichtung als elektrisches Heizelement ausgebildet ist, kann die benötigte elektrische Energie insbesondere in der ersten Zeit, das heißt in der Zeit des Anfahrens der Brennstoffzelle, durch eine Batterie zur Verfügung gestellt werden. Wenn die Brennstoffzelle in einem Fahrzeug verwendet wird, kann als Batterie die 25 Batterie für das Bordnetz des Fahrzeugs verwendet werden. Das elektrische Heizelement kann beispielsweise, jedoch nicht ausschließlich, als Heizdraht, Heizspule oder dergleichen ausgebildet sein.

30 Vorteilhaft ist die Strömungsleitung für das Heiz-/Kühlmedium als geschlossener Heiz-/Kühlkreislauf ausgebildet. Auf diese Weise kann die Menge des in der Strömungsleitung zirkulierenden Heiz-/Kühlmediums minimiert werden, da während eines Umlaufzyklus kein Heiz-/Kühlmedium aus der Strömungsleitung entweichen kann.

- In weiterer Ausgestaltung ist die Heizeinrichtung in der Strömungsleitung angeordnet. Dadurch kann die Übertragung der Wärme, die insbesondere zum schnellen Start der Brennstoffzelle erforderlich ist, über den Heiz-/Kühlkreislauf der Brennstoffzelle erfolgen. Durch diese indirekte thermischen Verbindung der Heizeinrichtung mit der Brennstoffzelle wird zum einen erreicht, daß die Brennstoffzelle vorgeheizt und beschleunigt auf die ideale Betriebstemperatur gebracht werden kann. Zum anderen kann die Heizeinrichtung bei einer derartigen Anordnung noch weitere Funktionen übernehmen, die weiter unten näher beschrieben werden.
- 10 In weiterer Ausgestaltung kann in der Strömungsleitung eine Fördereinrichtung für das Heiz-/Kühlmedium vorgesehen sein. Über eine solche Fördereinrichtung kann die Strömungsgeschwindigkeit des Heiz-/Kühlmediums innerhalb der Strömungsleitung eingestellt werden. Die Strömungsgeschwindigkeit des Heiz-/Kühlmediums beeinflußt gleichzeitig auch die Wärmeaustauschrate zwischen dem Heiz-/Kühlmedium und der Brennstoffzelle.
- 15 Je nach Art des verwendeten Heiz-/Kühlmediums kann die Fördereinrichtung unterschiedlich ausgebildet sein. Wenn beispielsweise ein flüssiges Heiz-/Kühlmedium wie Wasser, Öl oder dergleichen verwendet wird, ist die Fördereinrichtung vorzugsweise als Pumpe ausgebildet. Wird als Heiz-/Kühlmedium beispielsweise ein Gas wie Luft oder dergleichen verwendet, ist die Fördereinrichtung vorzugsweise als Gebläse ausgebildet. Die Erfindung ist nicht auf die genannten Fördereinrichtungen beschränkt.
- 20 25 Vorteilhaft kann in der Strömungsleitung eine Wärmesenke angeordnet sein. Im eingeschwungenen Betrieb bei Nenntemperatur der Brennstoffzelle kann durch das die Strömungsleitung durchströmende Heiz-/Kühlmedium die Verlustwärme der Brennstoffzelle an die Wärmesenke übertragen werden. Die Wärmesenke kann beispielsweise ein Kühler sein, der die Wärme an die Umgebungsluft abgibt.
- 30 35 In weiterer Ausgestaltung kann die Wärmesenke über ein Ventil, insbesondere ein Drei-Wege-Ventil mit der Strömungsleitung verbunden sein. Insbesondere zum Start der Brennstoffzelle wird dieses Ventil derart geschaltet, daß das Heiz-/Kühlmedium – etwa über eine geeignete Bypass-Leitung – an der Wärmesenke vorbeigeführt werden kann. Wenn die Heizeinrichtung innerhalb der Strömungsleitung angeordnet ist, kann

auf diese Weise zunächst die Brennstoffzelle auf die gewünschte Temperatur gebracht werden. Wenn die Brennstoffzelle die ideale Betriebstemperatur erreicht hat und nunmehr die Verlustwärme abgeführt werden muß, kann das Ventil so umgestellt werden, daß die vom Heiz-/Kühlmedium aufgenommene Wärme an die Wärmesenke abgegeben wird.

Vorteilhaft kann in der Strömungsleitung noch eine weitere Wärmesenke vorgesehen sein. Diese fungiert beispielsweise als außerhalb der Brennstoffzelle wirkende Heizung und kann etwa zur Klimatisierung der Fahrgastzelle eines Fahrzeugs dienen. Dazu kann die Wärmesenke beispielsweise als Wärmetauscher ausgebildet sein. Die in der Brennstoffzelle entstehende Verlustwärme kann somit über das die Strömungsleitung durchströmende Heiz-/Kühlmedium aus dieser abgeführt und zu dem weiteren Wärmetauscher transportiert werden. Im Wärmetauscher wird dem Heiz-/Kühlmedium die Wärme entzogen, so daß diese anschließend zur Klimatisierung der Fahrgastzelle verwendet werden kann.

Insbesondere, wenn die weiter oben beschriebene Heizeinrichtung, die mit der Brennstoffzelle verbunden ist, in der Strömungsleitung angeordnet ist, kann diese ebenfalls zur Beheizung der Fahrgastzelle - etwa als Zusatzheizung oder Standheizung - benutzt werden. Dies ist insbesondere dann sinnvoll, wenn die Brennstoffzelle im niedrigen Leistungsbereich betrieben wird, wo sie nur wenig Abwärme erzeugt, und die Wärmeabnahme an der Wärmesenke oder den Wärmesenken groß ist, zum Beispiel bei niedrigen Außentemperaturen. Die Heizeinrichtung kann in der beschriebenen Betriebsart nicht nur zum Vorheizen der Brennstoffzelle genutzt werden, sondern auch im stationären Betrieb der Brennstoffzelle, wo sie eine Abkühlung der Betriebstemperatur der Brennstoffzelle unter den Minimalwert des idealen Temperaturbereichs der Brennstoffzelle entgegenwirken kann. Dies kann sowohl bei Systemen mit und ohne Wärmesenke notwendig sein, wenn die Brennstoffzelle bei niedriger Leistungsabgabe betrieben wird und die Außentemperaturen extrem niedrig sind.

Gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Brennstoffzellensystem bereitgestellt, mit wenigstens einer Brennstoffzelle und mit einer wie vorstehend beschriebenen erfindungsgemäßen Anordnung zum Beheizen/Kühlen der Brennstoffzelle. Zu den Vorteilen, Effekten, Wirkungen und der

Funktionsweise des Brennstoffzellensystems wird auf die vorstehenden Ausführungen zur erfindungsgemäßen Anordnung zum Beheizen/Kühlen der Brennstoffzelle vollinhaltlich Bezug genommen und hiermit verwiesen.

- 5 Vorteilhafte Ausgestaltungsformen des Brennstoffzellensystems ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Vorzugsweise kann die Heizeinrichtung mit einer Zuleitung für den Brennstoff für die Brennstoffzelle verbunden sein. Dadurch kann die Heizeinrichtung, wenn diese als  
10 Brenner ausgebildet ist, aus einem Teilstrom des Brennstoffs der Brennstoffzelle betrieben werden.

In weiterer Ausgestaltung kann die Heizeinrichtung mit einer Anordnung zum Erzeugen/Aufbereiten des Brennstoffs für die Brennstoffzelle verbunden sein. In dieser  
15 Ausgestaltung kann eine als Brenner ausgebildete Heizeinrichtung direkt mit solchen Stoffen betrieben werden, aus denen der Brennstoff für die Brennstoffzelle erzeugt beziehungsweise aufbereitet wird.

20 In anderer Ausgestaltung kann die Heizeinrichtung mit einer Ableitung für den Brennstoff und/oder der Ableitung für das Oxidationsmittel aus der Brennstoffzelle verbunden sein. Üblicherweise sind die aus der Brennstoffzelle austretenden Abgasströme heiß, so daß diese Wärme zur Erwärmung des Heiz-/Kühlmediums innerhalb der Strömungsleitung verwendet werden kann.

25 In weiterer Ausgestaltung kann das Brennstoffzellensystem zwei oder mehr Brennstoffzellen aufweisen. Üblicherweise werden in einem Brennstoffzellensystem mehr als zwei Brennstoffzellen verwendet, die dann einen sogenannten Brennstoffzellenstack bilden. Die Anzahl der in einem solchen Brennstoffzellenstack zusammengefaßten Brennstoffzellen ergibt sich aus den Leistungsanforderungen an  
30 das Brennstoffzellensystem.

Vorteilhaft kann eine wie vorstehend beschriebene erfindungsgemäße Anordnung zum Beheizen/Kühlen einer Brennstoffzelle in einem oder für ein Fahrzeug verwendet werden.

Weiterhin kann auch ein wie vorstehend beschriebenes erfindungsgemäßes Brennstoffzellensystem vorzugsweise in einem oder für ein Fahrzeug verwendet werden.

- 5 Auf Grund der rasanten Entwicklung der Brennstoffzellentechnologie im Fahrzeugsektor bieten sich für die Erfindung auf diesem Gebiet besonders gute Einsatzmöglichkeiten. Dennoch sind auch andere Einsatzmöglichkeiten denkbar. Zu nennen sind hier beispielsweise Brennstoffzellen für mobile Geräte wie Computer oder dergleichen bis hin zu Kraftwerksanlagen. Hier eignet sich die Brennstoffzellentechnik 10 besonders für die dezentrale Energieversorgung von Häusern, Industrieanlagen oder dergleichen.

In bevorzugter Weise wird die vorliegende Erfindung in Verbindung mit 15 Brennstoffzellen mit Polymermembranen (PEM) verwendet. Diese Brennstoffzellen haben einen hohen elektrischen Wirkungsgrad, verursachen nur minimale Emissionen, weisen ein optimales Teillastverhalten auf und sind im wesentlichen frei von 20 mechanischem Verschleiß.

Die Erfindung wird nun auf exemplarische Weise an Hand eines Ausführungsbeispiels 25 unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert. Es zeigt die einzige Figur in schematischer Ansicht ein erfindungsgemäßes Brennstoffzellensystem.

In der Figur ist ein Brennstoffzellensystem 10 für ein Fahrzeug dargestellt, das eine Reihe von Brennstoffzellen 11 aufweist, die zu einem Brennstoffzellenstack 25 zusammengefaßt sind. Der besseren Übersicht halber ist in der Figur nur eine einzige Brennstoffzelle 11 dargestellt.

Weiterhin ist eine Anordnung 20 zum Beheizen/Kühlen der Brennstoffzelle 11 vorgesehen. Die Anordnung 20 weist eine als geschlossener Heiz-/Kühlkreislauf 22 ausgebildete Strömungsleitung 21 auf, die von einem flüssigen Heiz-/ Kühlmittel, beispielsweise Wasser, Öl oder dergleichen, durchströmt wird. Zum Beheizen/Kühlen der Brennstoffzelle 11 ist ein Teil der Strömungsleitung 21 derart mit der Brennstoffzelle 11 verbunden, daß ein thermischer Austausch zwischen der Brennstoffzelle 11 und dem Heiz-/Kühlmittel in der Strömungsleitung 21 stattfindet 35 oder stattfinden kann. Dazu ist die Brennstoffzelle 11 von einem Teilbereich der

Strömungsleitung 21 durchsetzt. In diesem Teilbereich ist die Strömungsleitung 21 vorzugsweise als Rohrschlaufe ausgebildet.

In der Strömungsleitung 21 ist weiterhin eine als Pumpe ausgebildete  
5 Fördereinrichtung 24 vorgesehen, über die die Strömungsgeschwindigkeit des Heiz-/Kühlmediums eingestellt und reguliert wird.

Weiterhin ist eine als luftgekühlter Kühler ausgebildete Wärmesenke 25 vorgesehen,  
die über ein Drei-Wege-Ventil 26 mit der Strömungsleitung 21 verbunden ist. Zur  
10 Umgehung der Wärmesenke 25 ist weiterhin eine Bypass-Leitung 27 vorgesehen, die  
mit dem Ventil 26 und der Strömungsleitung 21 verbunden ist.

Schließlich ist in der Strömungsleitung 21 noch eine weitere Wärmesenke 28  
vorgesehen, die wie die Wärmesenke 25 als indirekter Wärmetauscher ausgebildet ist  
15 und beispielsweise zur Klimatisierung der Fahrgastzelle des Fahrzeugs (nicht  
dargestellt) verwendet wird, in dem die Brennstoffzelle 11 eingebaut ist.

Nachfolgend wird nun die Funktionsweise des Brennstoffzellensystems 10  
beschrieben.

20 Wenn das Brennstoffzellensystem 10 zum Betreiben eines Fahrzeugs verwendet wird,  
ist es wünschenswert, daß das Brennstoffzellensystem 10 direkt nach dem Start des  
Fahrzeugs eine ausreichende Leistung bereitstellt, damit das Fahrzeug betrieben  
werden kann. Dazu ist es erforderlich, daß die Brennstoffzelle 11 möglichst schnell auf  
25 die ideale Betriebstemperatur, die bei einer PEM-Brennstoffzelle zwischen 60° C und  
90° C liegt, gebracht wird. Um dies zu erreichen, wird eine in der Strömungsleitung 21  
angeordnete Heizeinrichtung 23, die beispielsweise als katalytischer Brenner  
ausgebildet ist, betätigt. Über den Heiz-/Kühlkreislauf 22 wird die von der  
Heizeinrichtung 23 auf das Heiz-/Kühlmedium übertragene Wärme durch die  
30 Strömungsleitung 21 zur Brennstoffzelle 11 transportiert und dort an diese abgegeben.  
Somit wird die Brennstoffzelle 11 über die Heizeinrichtung 23 vorgeheizt und  
beschleunigt auf die ideale Betriebstemperatur gebracht.

Um die von der Heizeinrichtung 23 erzeugte Wärme nicht an die Wärmesenke 25  
35 abzugeben, ist das Ventil 26 in der Startphase der Brennstoffzelle 11 so geschaltet,

daß das Heiz-/Kühlmedium über die Bypass-Leitung 27 an der Wärmesenke 25 vorbeigeleitet wird. Entsprechendes kann auch für die Wärmesenke 28 vorgesehen sein.

- 5 Im eingeschwungenen Betrieb der Brennstoffzelle 11 bei Nenntemperatur muß die in der Brennstoffzelle 11 erzeugte Verlustwärme abgeführt werden. Dies geschieht über das die Strömungsleitung 21 durchströmende Heiz-/Kühlmedium. Dazu wird die in der Brennstoffzelle 11 erzeugte Verlustwärme auf das sich im Heiz-/Kühlkreislauf 22 zirkulierende Heiz-/Kühlmedium übertragen. Diese vom Heiz-/Kühlmedium mitgeführte  
10 Wärme kann nunmehr auf die Wärmesenke 25, die im vorliegenden Fall als luftgekühlter Kühler ausgebildet ist, übertragen werden. Dazu wird zunächst das Ventil 26 derart umgeschaltet, daß die Bypass-Leitung 27 gesperrt ist und das Heiz-/Kühlmedium nunmehr durch die Wärmesenke 25 hindurchströmt. Die Wärmesenke 25 nimmt die im Heiz-/Kühlmedium gespeicherte Wärme auf und gibt diese an die  
15 Umgebungsluft ab. Wenn sich die Brennstoffzelle 11 im eingeschwungenen Zustand befindet und die Verlustwärme über das Heiz-/Kühlmedium aus der Brennstoffzelle 11 abgeführt wird, wird die Heizeinrichtung 23 in der Regel abgeschaltet, um eine zusätzliche Erwärmung des Heiz-/Kühlmediums und unnötigen Energieverbrauch zu verhindern.  
20 Wenn die Brennstoffzelle 11 beispielsweise nur im niedrigen Leistungsbereich betrieben wird, wo sie nur wenig Abwärme erzeugt, und wenn die Wärmeabnahme an der weiteren Wärmesenke 28, die als reguläre Heizung für die Fahrgastzelle dient, etwa auf Grund von niedrigen Außentemperaturen besonders hoch ist, kann die  
25 Heizeinrichtung 23 als Zusatzheizung oder aber auch als Standheizung für die Fahrgastzelle genutzt werden. Über die Heizeinrichtung 23 wird das Heiz-/Kühlmedium in der Strömungsleitung 21, das bereits die geringe Abwärme aus der Brennstoffzelle 11 aufgenommen hat, weiter erwärmt, so daß ein ausreichendes Wärmepotential im Heiz-/Kühlmedium erzeugt wird, das an die Wärmesenke 28  
30 abgegeben werden kann. Zweckmäßigerweise wird über eine entsprechende Betätigung des Ventils 26 der Strom des Heiz-/Kühlmediums zur Vermeidung unerwünschter Wärmeverluste dann über die Bypass-Leitung 27 an der Wärmesenke 25 vorbeigeleitet. In Betriebsphasen, in denen die Brennstoffzelle 11 zwar für den Bedarf der Wärmesenke 28 ausreichend, aber für die normale Kühlleistung der  
35 Wärmesenke 25 zu wenig Wärme liefert, kann das Ventil 26 so geschaltet werden,

daß zur Vermeidung einer zu starken Temperaturabsenkung das Heiz-/Kühlmedium zeitweilig oder nur mit einem Teilstrom über die Bypass-Leitung 27 geführt wird.

- 5 Die Heizeinrichtung 23 kann nicht nur zum Vorheizen des Brennstoffzellensystems 10 genutzt werden, sondern ist auch im stationären Betrieb des Brennstoffzellensystems 10 nützlich, weil sie bei geringer elektrischer Leistung einer Absenkung der Betriebstemperatur der Brennstoffzelle 11 unter den Minimalwert des idealen Temperaturbereichs entgegenwirken kann.

## Bezugszeichenliste

10 = Brennstoffzellensystem

5 11 = Brennstoffzelle

20 = Anordnung zum Beheizen/Kühlen einer Brennstoffzelle

21 = Strömungsleitung

22 = Heiz-/Kühlkreislauf

10 23 = Heizeinrichtung

24 = Fördereinrichtung

25 = Wärmesenke

26 = Ventil

27 = Bypass-Leitung

15 28 = Wärmesenke

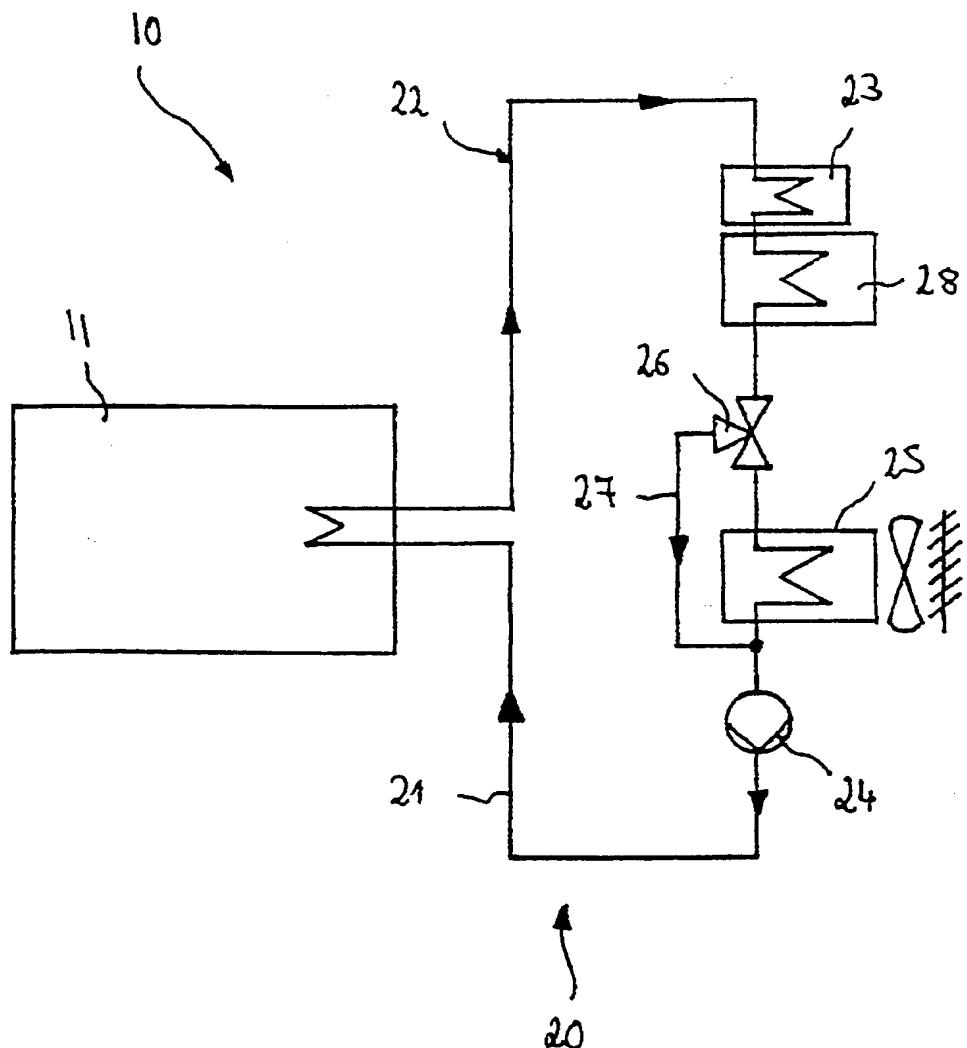
Patentansprüche:

1. Anordnung zum Beheizen/Kühlen einer Brennstoffzelle, mit einer Strömungsleitung (21) für ein Heiz-/Kühlmedium, die derart mit der Brennstoffzelle (11) verbunden oder verbindbar ist, daß ein thermischer Austausch zwischen der Brennstoffzelle (11) und dem Heiz-/Kühlmedium in der Strömungsleitung (21) stattfindet oder stattfinden kann und mit einer Heizeinrichtung (23), die mit der Brennstoffzelle (11) thermisch verbunden oder verbindbar ist.  
5
- 10 2. Anordnung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Heizeinrichtung (23) als Brenner oder elektrisches Heizelement ausgebildet ist.
- 15 3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Strömungsleitung (21) als geschlossener Heiz-/Kühlkreislauf (22) ausgebildet ist.
- 20 4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Heizeinrichtung (23) in der Strömungsleitung (21) angeordnet ist.
- 25 5. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß in der Strömungsleitung (21) eine Fördereinrichtung (24) für das Heiz-/Kühlmedium angeordnet ist.
- 30 6. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß in der Strömungsleitung (21) eine Wärmesenke (25) angeordnet ist.
- 35 7. Anordnung nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet,

daß die Wärmesenke (25) über ein Ventil (26), insbesondere ein Drei-Wege-Ventil, mit der Strömungsleitung (21) verbunden ist.

8. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß in der Strömungsleitung (21) eine weitere Wärmesenke (28) vorgesehen ist.
9. Brennstoffzellensystem, mit wenigstens einer Brennstoffzelle (11) und mit einer Anordnung (20) zum Beheizen/Kühlen der Brennstoffzelle nach einem der Ansprüche 1 bis 8.
10. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Heizeinrichtung (23) mit einer Zuleitung für den Brennstoff für die Brennstoffzelle verbunden ist.
11. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Heizeinrichtung (23) mit einer Anordnung zum Erzeugen/Aufbereiten des Brennstoffs für die Brennstoffzelle verbunden ist.
12. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Brennstoffzelle (11) eine Ableitung für den Brennstoff und eine Ableitung für das Oxidationsmittel aufweist und daß die Heizeinrichtung (23) mit der Ableitung für den Brennstoff und/oder der Ableitung für das Oxidationsmittel verbunden ist.
13. Brennstoffzellensystem nach einem der Ansprüche 9 bis 12,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß zwei oder mehr Brennstoffzellen (11) vorgesehen sind.
14. Verwendung einer Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8 zum Beheizen/Kühlen einer Brennstoffzelle in einem oder für ein Fahrzeug.

15. Verwendung eines Brennstoffzellensystems nach einem der Ansprüche 9 bis 13 in einem oder für ein Fahrzeug.



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern: ai Application No

PCT/DE 00/02155

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 IPC 7 H01M8/04 B60L11/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01M B60L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

PAJ, EPO-Internal, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 96 41393 A (BALLARD POWER SYSTEMS ;STRASKY DOUGLAS G (CA); GORBELL BRIAN N (CA) 19 December 1996 (1996-12-19) page 6, line 13 -page 10, line 10 figure 1 ----	1-9, 13-15
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 424 (E-1410), 6 August 1993 (1993-08-06) & JP 05 089899 A (HITACHI LTD), 9 April 1993 (1993-04-09) abstract ---- -/-	1,2,4,5, 9,10,12

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority, claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 November 2000

Date of mailing of the international search report

09/11/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Clasen, M

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern	al Application No
PCT/DE 00/02155	

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 525 (E-1436), 21 September 1993 (1993-09-21) & JP 05 144460 A (SANYO ELECTRIC CO LTD), 11 June 1993 (1993-06-11) abstract ---	1,2,9,12
X	US 4 713 303 A (FAROOQUE MOHAMMAD ET AL) 15 December 1987 (1987-12-15) the whole document ---	1,2,4,5, 9,10,12
A	DE 197 55 116 C (DBB FUEL CELL ENGINES GMBH) 4 March 1999 (1999-03-04) the whole document -----	1,2,9-12

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Internat'l Application No

PCT/DE 00/02155

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
WO 9641393	A 19-12-1996	AU 5807296 A		30-12-1996
		DE 29623879 U		04-05-2000
		DE 69603608 D		09-09-1999
		DE 69603608 T		17-08-2000
		EP 0842548 A		20-05-1998
JP 05089899	A 09-04-1993	NONE		
JP 05144460	A 11-06-1993	NONE		
US 4713303	A 15-12-1987	JP 8028227 B		21-03-1996
		JP 63304579 A		12-12-1988
DE 19755116	C 04-03-1999	EP 0926756 A		30-06-1999

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internales Aktenzeichen  
PCT/DE 00/02155

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 H01M8/04 B60L11/18

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 H01M B60L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

PAJ, EPO-Internal, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 96 41393 A (BALLARD POWER SYSTEMS ;STRASKY DOUGLAS G (CA); GORBELL BRIAN N (CA) 19. Dezember 1996 (1996-12-19) Seite 6, Zeile 13 -Seite 10, Zeile 10 Abbildung 1 ---	1-9, 13-15
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 424 (E-1410), 6. August 1993 (1993-08-06) & JP 05 089899 A (HITACHI LTD), 9. April 1993 (1993-04-09) Zusammenfassung --- -/--	1,2,4,5, 9,10,12

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

1. November 2000

09/11/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Clasen, M

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Interne	des Aktenzeichen
PCT/DE 00/02155	

**C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 525 (E-1436), 21. September 1993 (1993-09-21) & JP 05 144460 A (SANYO ELECTRIC CO LTD), 11. Juni 1993 (1993-06-11) Zusammenfassung ---	1,2,9,12
X	US 4 713 303 A (FAROOQUE MOHAMMAD ET AL) 15. Dezember 1987 (1987-12-15) das ganze Dokument ---	1,2,4,5, 9,10,12
A	DE 197 55 116 C (DBB FUEL CELL ENGINES GMBH) 4. März 1999 (1999-03-04) das ganze Dokument -----	1,2,9-12

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internat. Ref. des Aktenzeichen  
PCT/DE 00/02155

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie			Datum der Veröffentlichung
WO 9641393	A 19-12-1996	AU 5807296 A	DE 29623879 U	DE 69603608 D	30-12-1996 04-05-2000 09-09-1999
		DE 69603608 T	EP 0842548 A		17-08-2000 20-05-1998
JP 05089899	A 09-04-1993	KEINE			
JP 05144460	A 11-06-1993	KEINE			
US 4713303	A 15-12-1987	JP 8028227 B	JP 63304579 A		21-03-1996 12-12-1988
DE 19755116	C 04-03-1999	EP 0926756 A			30-06-1999